



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

|   |           |   |
|---|-----------|---|
| <b>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> :</b><br><b>G02B 3/14, 26/02</b>   | <b>A1</b> | <b>(11) Numéro de publication internationale:</b> <b>WO 00/58763</b><br><b>(43) Date de publication internationale:</b> 5 octobre 2000 (05.10.00)   |
| <b>(21) Numéro de la demande internationale:</b> PCT/FR00/00751<br><b>(22) Date de dépôt international:</b> 24 mars 2000 (24.03.00)<br><br><b>(30) Données relatives à la priorité:</b><br>99/03980 26 mars 1999 (26.03.99) FR<br><br><b>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US):</b> UNIVERSITE JOSEPH FOURIER [FR/FR]; 621, avenue Centrale, Boîte postale 53, F-38041 Grenoble Cedex 9 (FR).<br><br><b>(72) Inventeur; et</b><br><b>(75) Inventeur/Déposant (US seulement):</b> BERGE, Bruno [FR/FR]; 155, route du Château, F-38140 Reaumont (FR).<br><br><b>(74) Mandataire:</b> DE BEAUMONT, Michel; Cabinet Conseil, 1, rue Champollion, F-38000 Grenoble (FR).   |           | <b>(81) Etats désignés:</b> AU, CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br><br><b>Publiée</b><br><i>Avec rapport de recherche internationale.</i> |
| <b>(54) Title:</b> DROP CENTERING DEVICE<br><b>(54) Titre:</b> DISPOSITIF DE CENTRAGE D'UNE GOUTTE<br><br><b>(57) Abstract</b><br><p>A method for centering a drop of liquid (2) on a given point on a surface (4). The inventive method consists in forming a bell-mouthed recess (6), whereby said recess has a curvature at any point at the limit of contact between the drop and the recess that is lower than or opposite to the curvature of a circle (TC) that is tangent to the surface of the recess to said point and at a symmetrical point (CP2) of said surface.</p> <b>(57) Abrégé</b><br><p>Procédé de centrage d'une goutte de liquide (2) à un emplacement donné d'une surface (4), qui consiste à former à cet emplacement un évidement évasé (6) tel que, en tout point (CP1) de la limite de contact entre la goutte et l'évidement, celui-ci à une courbure inférieure ou opposée à celle d'un cercle (TC) tangent à la surface de l'évidement audit point et en un point symétrique (CP2) de cette surface.</p> <div data-bbox="895 1656 1900 2113"></div> |           |   |

### UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

|    |                           |    |   |    |  |    |                       |
|----|---------------------------|----|---|----|--|----|-----------------------|
| AL | Albanie                   | ES | Espagne                                       | LS | Lesotho                                  | SI | Slovénie              |
| AM | Arménie                   | FI | Finlande                                      | LT | Lituanie                                 | SK | Slovaquie             |
| AT | Autriche                  | FR | France  | LU | Luxembourg                               | SN | Sénégal               |
| AU | Australie                 | GA | Gabon   | LV | Lettonie                                 | SZ | Swaziland             |
| AZ | Azerbaïdjan               | GB | Royaume-Uni                                   | MC | Monaco                                   | TD | Tchad                 |
| BA | Bosnie-Herzégovine        | GE | Géorgie                                       | MD | République de Moldova                    | TG | Togo                  |
| BB | Barbade                   | GH | Ghana   | MG | Madagascar                               | TJ | Tadjikistan           |
| BE | Belgique                  | GN | Guinée  | MK | Ex-République yougoslave<br>de Macédoine | TM | Turkménistan          |
| BF | Burkina Faso              | GR | Grèce   | ML | Mali                                     | TR | Turquie               |
| BG | Bulgarie                  | HU | Hongrie                                       | MN | Mongolie                                 | TT | Trinité-et-Tobago     |
| BJ | Bénin                     | IE | Irlande                                       | MR | Mauritanie                               | UA | Ukraine               |
| BR | Brésil                    | IL | Israël  | MW | Malawi                                   | UG | Ouganda               |
| BY | Bélarus                   | IS | Islande                                       | MX | Mexique                                  | US | Etats-Unis d'Amérique |
| CA | Canada                    | IT | Italie  | NE | Niger                                    | UZ | Ouzbékistan           |
| CF | République centrafricaine | JP | Japon   | NL | Pays-Bas                                 | VN | Viet Nam              |
| CG | Congo                     | KE | Kenya   | NO | Norvège                                  | YU | Yougoslavie           |
| CH | Suisse                    | KG | Kirghizistan                                  | NZ | Nouvelle-Zélande                         | ZW | Zimbabwe              |
| CI | Côte d'Ivoire             | KP | République populaire<br>démocratique de Corée | PL | Pologne                                  |    |                       |
| CM | Cameroon                  | KR | République de Corée                           | PT | Portugal                                 |    |                       |
| CN | Chine                     | KZ | Kazakstan                                     | RO | Roumanie                                 |    |                       |
| CU | Cuba                      | LC | Sainte-Lucie                                  | RU | Fédération de Russie                     |    |                       |
| CZ | République tchèque        | LI | Liechtenstein                                 | SD | Soudan                                   |    |                       |
| DE | Allemagne                 | LK | Sri Lanka                                     | SE | Suède                                    |    |                       |
| DK | Danemark                  | LR | Libéria                                       | SG | Singapour                                |    |                       |
| EE | Estonie                   |    |   |    |  |    |                       |

### DISPOSITIF DE CENTRAGE D'UNE GOUTTE

La présente invention concerne le maintien d'une goutte de liquide dans une position prédéterminée sur une surface solide, et plus particulièrement le centrage d'une telle goutte.

On peut pour diverses raisons vouloir maintenir une  
5 goutte posée sur une surface, centrée avec précision sur un axe prédéterminé. Un moyen connu consiste à modifier autour de cet axe la mouillabilité de la surface par rapport au liquide de la goutte.

La figure 1 représente une vue de côté en coupe d'une  
10 goutte de liquide 2 posée sur une surface 4. La surface 4 a été traitée selon une zone circulaire C1 centrée sur un axe O. Le traitement de la zone C1 est tel que sa mouillabilité vis-à-vis du liquide de la goutte 2 est forte. Ainsi, les forces de capillarité maintiennent la goutte 2 centrée sur l'axe O.

15 Une amélioration, non représentée, d'un tel traitement de surface consiste à créer autour de l'axe O plusieurs zones concentriques circulaires. Le traitement de ces zones est alors tel que plus une zone est proche de l'axe O, plus sa mouillabilité vis-à-vis du liquide de la goutte 2 est forte. Une telle  
20 amélioration permet un centrage de la goutte 2 pour différents angles de contact. Ceci est particulièrement intéressant lorsque l'on dispose d'un moyen de changer celui-ci, par exemple à l'aide

d'une tension électrique. De tels traitements de surface peuvent cependant être délicats et coûteux à mettre en oeuvre.

Un objet de la présente invention est de centrer une goutte posée sur une surface sans avoir recours à une modification de la mouillabilité de la surface.

Pour atteindre cet objet, la présente invention prévoit un procédé de centrage d'une goutte de liquide à un emplacement donné d'une surface, qui consiste à former à cet emplacement un évidement évasé tel que, en tout point de la limite de contact entre la goutte et l'évidement, celui-ci a une courbure inférieure ou opposée à celle d'un cercle tangent à la surface de l'évidement audit point et en un point symétrique de cette surface.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'évidement évasé a la forme d'un tronc de cône d'axe perpendiculaire à ladite surface.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'évidement évasé a la forme de la partie supérieure centrale d'un tore d'axe perpendiculaire à ladite surface.

Selon un autre aspect de la présente invention, on prévoit un procédé de centrage d'une goutte de liquide sur la surface externe d'une surface convexe, qui consiste à conférer à cette surface en tout point de la limite de contact avec la goutte une forme telle que cette surface soit de courbure supérieure à celle d'un cercle tangent à cette surface en ce point et en un point symétrique de cette surface.

Selon un mode de réalisation de la présente invention, on forme la surface convexe par révolution autour dudit axe d'un arc de cercle de rayon inférieur à celui dudit cercle tangent.

La présente invention prévoit aussi une lentille à focale variable mettant en oeuvre le procédé susmentionné qui comprend une paroi en un matériau isolant, une goutte d'un premier liquide isolant disposée sur une zone d'une première face de la paroi, un deuxième liquide conducteur recouvrant la première face et la goutte, les premier et deuxième liquides étant non miscibles, d'indices optiques différents et sensiblement de même

densité, et des moyens pour appliquer une tension électrique entre le liquide conducteur et une électrode disposée sur la deuxième face de ladite paroi, la goutte étant placée dans un évidement évasé de la paroi.

5            Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'électrode est une tôle métallique, l'évidement évasé est un tronc de cône formé par emboutissage de ladite tôle, centré sur un axe perpendiculaire à la première face, et dont le fond est percé d'un trou centré, et la paroi en matériau isolant est un  
10 film plastique transparent plaqué à l'électrode et aux parois de l'évidement et qui recouvre ledit trou.

          Selon un mode de réalisation de la présente invention, l'électrode est une plaque métallique, l'évidement évasé est un tronc de cône formé par usinage de ladite plaque, centré sur un  
15 axe perpendiculaire à la première face, et dont le fond est percé d'un trou centré, et la paroi en matériau isolant est un film plastique transparent plaqué à l'électrode et aux parois de l'évidement et qui recouvre ledit trou.

          Ces objets, caractéristiques et avantages, ainsi que  
20 d'autres de la présente invention seront exposés en détail dans la description suivante de modes de réalisation particuliers faite à titre non-limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

          la figure 1, décrite précédemment, représente une vue  
25 de côté en coupe d'un moyen de centrage d'une goutte selon l'art antérieur ;

          la figure 2 représente une vue de côté en coupe d'une goutte de liquide posée sur une surface plane ;

          les figures 3 à 7 sont des vues de côté en coupe d'une  
30 goutte de liquide placée dans un évidement évasé d'une surface ;

          les figures 8 à 10 sont des vues de côté en coupe d'une goutte de liquide située à une extrémité d'une tige de préhension de goutte ;

          la figure 11 représente une vue de côté en coupe d'une  
35 application de la présente invention au centrage d'une goutte de liquide transparent utilisée comme lentille ; et

la figure 12 représente une vue de côté en coupe d'une variante de la figure 11.

De mêmes éléments seront désignés par de mêmes références dans les figures qui suivent. En particulier, la référence 2 désignera une goutte de liquide de petites dimensions dont la position sur une surface sera essentiellement définie par les forces de capillarité (la tension superficielle). La référence 4 désignera une surface dont la mouillabilité est constante vis-à-vis du liquide de la goutte 2.

La figure 2 représente une surface 4 plane coupée par un axe O orthogonal à cette surface. Si l'on cherche à placer une goutte de liquide à une position A centrée sur l'axe O, par exemple en la déposant à partir d'une tige de préhension de goutte, on a peu de chance d'y arriver avec précision, la goutte restant là où elle est posée, par exemple à une position B.

Comme cela est illustré en figure 3, pour résoudre le problème du centrage d'une goutte 2 par rapport à un axe O, l'inventeur a d'abord pensé à placer la goutte 2 dans un évidement formé dans la surface 4, cet évidement ayant la forme d'une calotte sphérique symétrique par rapport à l'axe O. Cependant, il s'est avéré que toute position de la goutte 2 dans l'évidement 6 est une position stable. Ainsi, comme dans le cas d'une surface 4 plane, si on cherche à placer la goutte 2 à une position A centrée sur l'axe O, on a peu de chance d'y arriver avec précision car la goutte restera là où elle aura été posée, par exemple, à une position B.

Dans un premier temps, l'inventeur a donc abandonné l'idée du centrage d'une goutte au moyen d'un évidement. Ainsi, la demande de brevet français numéro 97/12781 déposée par le présent demandeur décrit une lentille liquide à focale variable formée par une goutte de liquide posée à la surface d'un solide, centrée sur un axe par les moyens décrits en relation avec la figure 1. Cette demande décrit en outre des moyens électromagnétiques pour déformer la goutte tout en la maintenant centrée sur l'axe.



D'autre part, cette demande de brevet décrit une lentille liquide à focale variable formée par une goutte de liquide contenue dans un tube et maintenue centrée sur l'axe du tube par capillarité. Il apparaît ainsi qu'on peut centrer une goutte 2 sur un axe 0 en la plaçant dans un évidement cylindrique de la surface 4, centré sur cet axe. Cependant, il est difficile de placer une goutte de liquide dans un tel évidement cylindrique en évitant qu'il demeure une bulle à la base de la goutte.

L'inventeur a alors recherché systématiquement quel type d'évidement centré sur un axe 0 permet sans difficultés de centrer une goutte de liquide sur cet axe.

Les figures 4 à 7 représentent chacune une vue de côté en coupe d'une goutte de liquide 2 placée dans un évidement évasé 6 centré sur un axe 0 et formé dans une surface 4. Pour une position A de la goutte 2, centrée sur l'axe 0, on appelle CP1 un point quelconque de la limite de contact entre la goutte 2 et la surface de l'évidement 6. On appelle cercle tangent TC le cercle, dont le centre est situé sur l'axe 0, et qui est tangent à la surface de l'évidement à la fois au point CP1 et en un point CP2 symétrique.

La figure 4 représente une goutte de liquide 2 placée dans un évidement 6 formé par la révolution autour de l'axe 0 d'un arc de cercle de rayon inférieur à celui du cercle TC précédent. Ainsi, en tout point CP1 de la limite de contact entre la surface de l'évidement et la goutte, la courbure de la surface de l'évidement est supérieure à celle du cercle TC.

La figure 5 représente une goutte de liquide 2 placée dans un évidement 6 formé par révolution d'un segment de droite autour de l'axe 0. L'évidement 6 est un tronc de cône. Ainsi, en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte, la courbure de la surface de l'évidement 6 est nulle, inférieure à celle du cercle tangent TC.

La figure 6 représente une goutte de liquide 2 placée dans un évidement 6 formé par révolution autour de l'axe 0 d'un arc de cercle de rayon supérieur à celui du cercle TC précédent. Ainsi, en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte,

la courbure de la surface de l'évidement est inférieure à celle du cercle tangent TC.

La figure 7 représente une goutte de liquide 2 placée dans un évidement 6 formé par révolution autour de l'axe O d'un arc de cercle de courbure opposée à celle du cercle tangent TC. L'évidement 6 correspond à la partie supérieure centrale d'un tore. En tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte, la courbure de la surface de l'évidement 6 est opposée à celle du cercle tangent TC.

L'inventeur a mis en évidence que, pour une goutte 2 placée dans un évidement 6 évasé centré sur un axe O, la courbure de la surface de l'évidement 6 en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte détermine si une position A de la goutte, centrée sur l'axe O, est une position d'équilibre ou non.

Ainsi, lorsque comme en figures 5, 6 et 7, la courbure en tout point CP1 est inférieure ou inverse à celle du cercle tangent TC, une goutte placée dans un tel évidement prend naturellement une position A centrée sur l'axe O.

D'autre part, lorsque comme en figure 4 la courbure en tout point CP1 est supérieure à celle du cercle tangent TC, une position A de la goutte, centrée sur l'axe O, est particulièrement instable et ne pourra pas être maintenue. Une goutte placée dans un tel évidement prend naturellement une position B décentrée par rapport à l'axe O.

Enfin, lorsque comme en figure 3 la courbure en tout point CP1 est égale à celle du cercle tangent TC, toute position de la goutte est stable, et une goutte placée dans un tel évidement à une position B décentrée conservera cette position.

Ainsi, la présente invention prévoit un procédé de centrage d'une goutte à un emplacement donné d'une surface consistant à former en cet emplacement un évidement évasé tel que, en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte, cet évidement a une courbure inférieure ou opposée à celle du cercle tangent TC.

On notera que seule compte la limite de contact entre la goutte et la surface de l'évidement. La forme du fond de



l'évidement n'a pas d'importance et elle pourra être plate, convexe ou concave.

Selon un autre aspect de l'invention, on considère une surface convexe de mouillabilité uniforme, centrée sur un axe O, sur laquelle est posée une goutte de liquide, dans une position A centrée sur l'axe O. On considère de nouveau le point CP1 et le cercle tangent TC décrits précédemment.

Les figures 8 à 10 sont des vues de côté en coupe d'une goutte de liquide 14 placée sur une surface convexe 16 centrée sur un axe O.

La figure 8 représente le cas où la surface convexe est sphérique. La surface de la sphère 16 en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte 14 est toujours confondue avec le cercle tangent TC.

Dans le cas de la figure 9 la surface convexe est conique. La "courbure" de la surface conique 16 en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte 14 est toujours inférieure à celle du cercle tangent TC.

Dans le cas de la figure 10 la surface convexe est formée par révolution autour de l'axe O d'un arc de cercle de rayon inférieur à celui du cercle tangent TC. La courbure de la surface en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte 14 est toujours supérieure à celle du cercle tangent TC.

L'inventeur a mis en évidence que, pour une goutte 14 placée sur une surface convexe 16 centrée sur un axe O, la courbure en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte détermine si une position A de la goutte, centrée sur l'axe O, est une position d'équilibre ou non.

Ainsi, lorsque comme en figure 10, la courbure en tout point CP1 est supérieure à celle du cercle tangent TC, une goutte placée sur une telle surface prend naturellement une position A centrée sur l'axe O.

Par contre, lorsque comme en figure 9 la courbure en tout point CP1 est inférieure à celle du cercle tangent TC, une position A de la goutte, centrée sur l'axe O, est instable. Une

goutte placée sur une telle surface prend naturellement une position B décentrée par rapport à l'axe O.

Enfin, lorsque comme en figure 8 la courbure en tout point CP1 est égale à celle du cercle tangent TC, toute position  
5 de la goutte est stable, et une goutte placée à une position B décentrée conservera cette position.

Ainsi, la présente invention prévoit un procédé de centrage d'une goutte sur une surface convexe qui consiste, en tout point CP1 de la limite de contact avec la goutte, à conférer à la  
10 surface une courbure supérieure à celle du cercle tangent TC.

Selon une application de ce procédé, la surface convexe 16 constitue l'extrémité d'une tige 18 de préhension d'une goutte 14. En effet, pour certaines manipulations chimiques ou biologiques, il est souhaitable de disposer de tiges de préhension de  
15 goutte qui permettent de manipuler des gouttes de liquide avec précision et fiabilité. Une tige de préhension de goutte dont l'extrémité est formée selon la présente invention, permet de transporter des gouttes centrées de manière certaine.

On va maintenant décrire une application de la présente  
20 invention à la réalisation d'un moyen de centrage d'une goutte de liquide utilisée comme lentille optique.

La figure 11 représente une vue en coupe simplifiée d'une telle lentille liquide à focale variable, formée dans une enceinte diélectrique 4 remplie d'un liquide conducteur 8. Le di-  
25 électrique 4 présente naturellement une faible mouillabilité vis-à-vis du liquide conducteur 8. Une face intérieure d'une paroi de l'enceinte 4 comprend un évidement 6, centré autour d'un axe O perpendiculaire à cette paroi. L'évidement 6 est un tronc de cône selon la présente invention, tel que celui représenté en figure  
30 5. Une goutte d'un liquide isolant 2 est placée dans l'évidement 6. Comme on l'a vu précédemment, la goutte de liquide isolant 2 prend naturellement une position A centrée sur l'axe O. Le liquide isolant 2 et le liquide conducteur 8 sont tous les deux transparents, non miscibles, sont d'indices optiques différents  
35 et ont sensiblement la même densité. Le dioptré formé entre les liquides 8 et 2 constitue une face d'une lentille liquide dont

l'axe optique est l'axe 0 et dont l'autre face correspond au contact entre la goutte et le fond de l'évidement. Une électrode 10, comprenant un trou 11 au voisinage de l'axe 0, est placée sur la face extérieure de la paroi de l'enceinte diélectrique 4. Une électrode 12 est en contact avec le liquide conducteur 8. L'électrode 12 peut être immergée dans le liquide 8, ou bien être un dépôt conducteur réalisé sur une paroi interne de l'enceinte 4. Une source de tension (non représentée) permet d'appliquer une tension V entre les électrodes 10 et 12.

On peut faire croître la tension V de 0 volt à une tension maximale qui dépend des matériaux utilisés. Lorsque la tension croît, la goutte de liquide isolant 2 se déforme jusqu'à atteindre une position limite (désignée par la référence B). Tandis que la goutte 2 se déforme de sa position A à sa position B, la focale de la lentille liquide varie.

On notera que, la goutte 2 étant en un liquide isolant, il ne se produit pas de microgouttes à sa périphérie quand la tension V est élevée, contrairement à ce qui se produirait si la goutte était en un liquide conducteur.

La forme conique de l'évidement 6 est telle que, quelle que soit la forme de la goutte 2 qu'il contient, la courbure de sa surface en tout point de contact entre la limite de la goutte et la surface, est inférieure à celle d'un cercle tangent TC passant en ce point. Ainsi, selon un aspect de la présente invention, l'évidement 6 est tel que, tout au long de sa déformation de sa position A à sa position B, la goutte de liquide 2 est continûment maintenue centrée sur l'axe 0. On dispose ainsi d'une lentille liquide dont l'axe optique reste fixé avec précision, et dont la focale varie avec la tension V.

On notera qu'un évidement 6 selon la présente invention, qui assure le centrage continu de la goutte de liquide 2, est relativement simple à mettre en oeuvre et qu'il remplace avantageusement les moyens de centrage électromagnétiques ou par traitement de surface décrits dans la demande de brevet français susmentionnée.

On utilisera de préférence comme tension V une tension alternative, afin d'éviter l'accumulation de charges électriques dans l'épaisseur du matériau 4, à partir de la surface sur laquelle est posée la goutte 2.

5 A titre d'exemple on pourra utiliser comme liquide conducteur 8 de l'eau chargée en sels (minéraux ou autres) ou tout liquide, organique ou non, qui soit conducteur ou rendu tel par ajout de composés ioniques. Comme liquide isolant 2, on pourra utiliser de l'huile, un alcane ou mélange d'alcanes, éventuellement halogénés, ou tout autre liquide isolant et non misci-  
10 ble avec le liquide conducteur 8. La paroi diélectrique 4 peut être une plaque de verre ou une superposition de polymère fluoré, de résine époxy, de polyéthylène. L'électrode 10 peut être un dépôt métallique.

15 La figure 12 représente une vue en coupe simplifiée d'une variante de réalisation de la lentille liquide à focale variable de la figure 11. De mêmes références désignent de mêmes éléments en figures 11 et 12. Dans ce mode de réalisation, l'électrode 10 peut être une tôle métallique dans laquelle l'évi-  
20 dement 6 est formé par emboutissage. Elle peut également être une paroi métallique dans laquelle on a formé l'évidement 6 par usinage puis polissage. La paroi 4 est alors, par exemple, un mince film plastique transparent plaqué sur l'électrode 10 et qui recouvre le trou 11. Ce film plastique pourra par exemple être pla-  
25 qué par thermoformage.

Dans l'exemple d'application de la figure 12, la goutte 2 a un diamètre au repos d'environ 1 à 5 mm. Le liquide conducteur 8 et le liquide isolant de la goutte 2 étant sensiblement de même densité, la goutte 2 a la forme d'une calotte sphérique.  
30 Lorsqu'elle est au repos (position A), le bord de la goutte 2 fait un angle d'environ 45 degrés avec la surface de l'évidement 6, si ce dernier est un cône ayant une pente de 45 degrés. Dans sa position limite (position B), le bord de la goutte 2 fait un angle d'environ 90 degrés avec la surface de l'enceinte 4. Le  
35 dispositif décrit, utilisant comme liquide conducteur 8 de l'eau salée d'indice optique 1,35 et comme liquide isolant de la goutte

2 de l'huile d'indice optique 1,45, permet d'obtenir environ 30 dioptries de variation de focale pour une tension appliquée de 250 V et une puissance électrique dissipée de quelques mW. La fréquence de la tension alternative est dans ce cas comprise entre 100 et 10000 Hz, sa période étant nettement inférieure au temps de réponse du système d'environ quelques centièmes de seconde.

La lentille à focale variable selon la présente invention peut avoir une taille comprise entre quelques centaines de  $\mu\text{m}$  et quelques dizaines de mm et peut notamment être appliquée au domaine des systèmes optoélectroniques, d'endoscopie, d'imagerie et de vision.

Bien entendu, la présente invention est susceptible de diverses variantes et modifications qui apparaîtront à l'homme du métier. En particulier, la présente description a été faite en rapport avec des évidements ayant une section circulaire, c'est-à-dire formés par rotation autour d'un axe O. Cependant, on pourra par exemple prévoir des évidements allongés, ayant la forme d'un canal. Dans ce cas, on considérera les figures 5 à 7 comme décrivant la vue en coupe d'un canal, et l'axe O représentera le plan de symétrie dudit canal.

D'autre part, on a représenté en figure 11 un évidement 6 à fond plat, qui entraîne que la lentille liquide est une lentille plan-convexe. Or, on a vu que la forme du fond de l'évidement 6 n'influe pas sur ses propriétés de centrage de la goutte 2. Ainsi, on pourra réaliser sans difficultés des lentilles bi-convexes ou en ménisque en modifiant la courbure du fond de l'évidement 6.

D'autre part également, on a représenté en figures 11 et 12 un mode de réalisation d'une lentille à focale variable utilisant un évidement conique tel qu'en figure 5, mais on adaptera sans difficultés la présente invention à une lentille à focale variable utilisant une autre forme d'évidement selon la présente invention.

Enfin, on pourra réaliser un dispositif comportant un réseau formé de groupes de trois lentilles à focale variable,

commandées séparément, colorées en rouge, vert, bleu, fonction-  
nant par exemple en tout ou rien, permettant de laisser passer ou  
d'arrêter la lumière provenant d'une source unique de lumière  
blanche, formant ainsi un écran couleur lumineux pouvant être de  
5 très grande taille et de coût modéré.



REVENDICATIONS

1. Procédé de centrage d'une goutte de liquide (2) à un emplacement donné d'une surface (4), caractérisé en ce qu'il consiste à former à cet emplacement un évidement évasé (6) tel que, en tout point (CP1) de la limite de contact entre la goutte et l'évidement, celui-ci a une courbure inférieure ou opposée à celle d'un cercle (TC) tangent à la surface de l'évidement audit point et en un point symétrique (CP2) de cette surface.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'évidement évasé (6) a la forme d'un tronc de cône d'axe perpendiculaire à ladite surface.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'évidement évasé (6) a la forme de la partie supérieure centrale d'un tore d'axe perpendiculaire à ladite surface.

4. Procédé de centrage d'une goutte de liquide (14) sur la surface externe d'une surface convexe (16), caractérisé en ce qu'il consiste à conférer à cette surface en tout point (CP1) de la limite de contact avec la goutte une forme telle que cette surface soit de courbure supérieure à celle d'un cercle (TC) tangent à cette surface en ce point et en un point symétrique (CP2) de cette surface.

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il consiste à former la surface convexe (6) par révolution autour dudit axe d'un arc de cercle de rayon inférieur à celui dudit cercle tangent.

6. Lentille à focale variable comprenant :  
une paroi en un matériau isolant (4),  
une goutte d'un premier liquide isolant (2) disposée sur une zone d'une première face de la paroi,  
un deuxième liquide conducteur (8) recouvrant la première face et la goutte, les premier et deuxième liquides étant non miscibles, d'indices optiques différents et sensiblement de même densité, et

des moyens (12) pour appliquer une tension électrique (V) entre le liquide conducteur et une électrode (10) disposée sur la deuxième face de ladite paroi,

caractérisée en ce que ladite goutte est placée dans un évidement évasé (6) de la paroi conformément au procédé de la revendication 1.

7. Lentille à focale variable selon la revendication 6, caractérisée en ce que :

l'électrode (10) est une tôle métallique,

10 l'évidement évasé (6) est un tronc de cône formé par emboutissage de ladite tôle, centré sur un axe (O) perpendiculaire à la première face, et dont le fond est percé d'un trou (11) centré, et

la paroi en matériau isolant (4) est un film plastique transparent plaqué à l'électrode et aux parois de l'évidement et qui recouvre ledit trou.

8. Lentille à focale variable selon la revendication 6, caractérisée en ce que :

l'électrode (10) est une plaque métallique,

20 l'évidement évasé (6) est un tronc de cône formé par usinage de ladite plaque, centré sur un axe (O) perpendiculaire à la première face, et dont le fond est percé d'un trou (11) centré, et

la paroi en matériau isolant (4) est un film plastique transparent plaqué à l'électrode et aux parois de l'évidement et qui recouvre ledit trou.

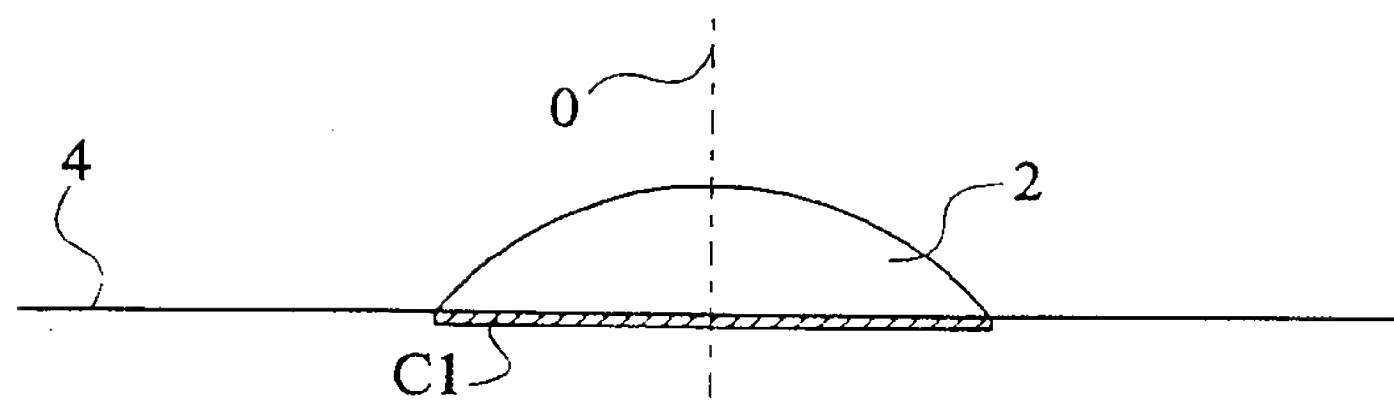


Fig 1

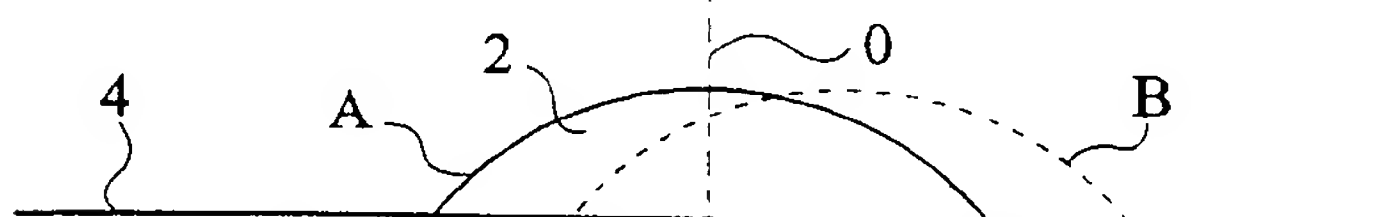


Fig 2

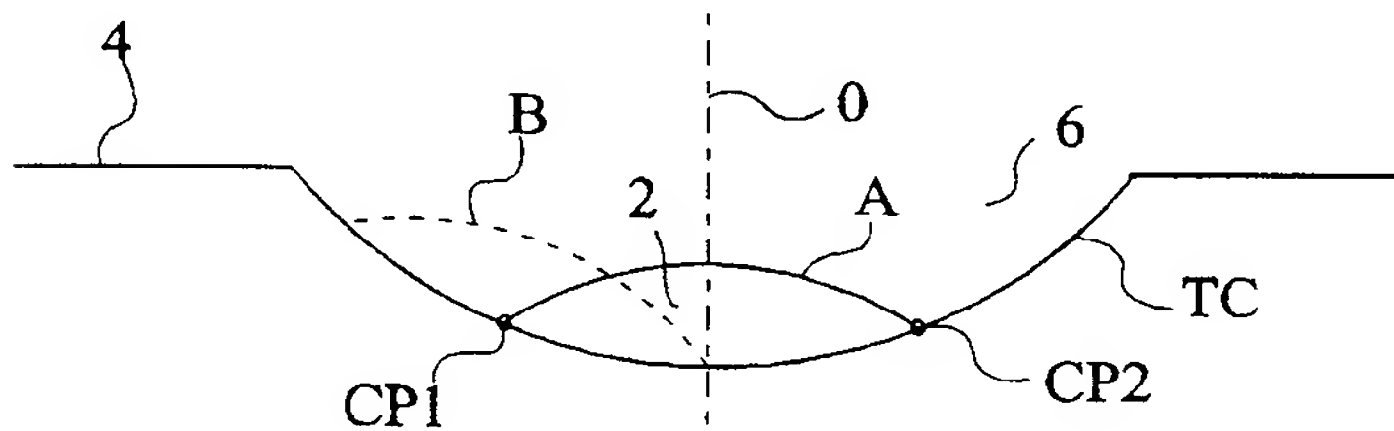


Fig 3

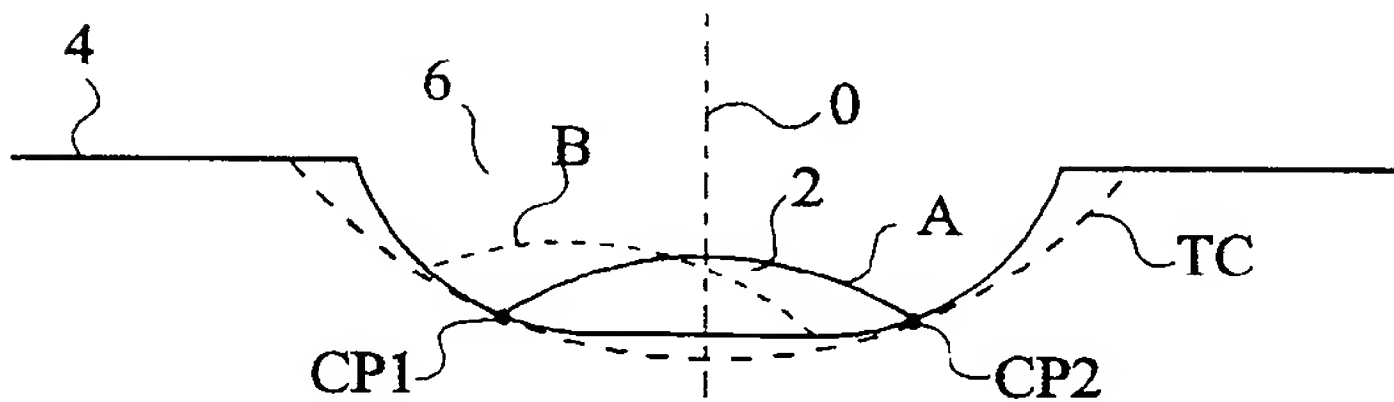


Fig 4

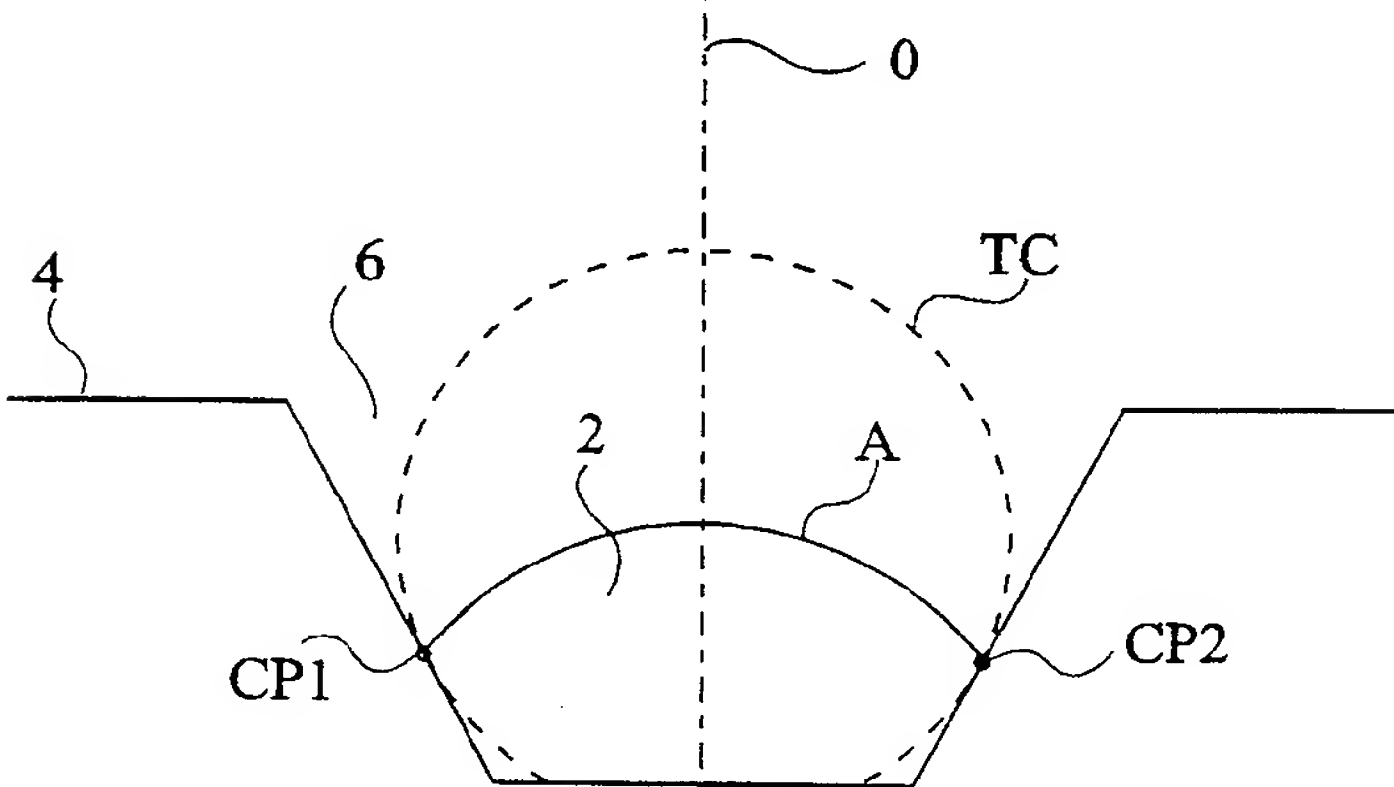


Fig 5

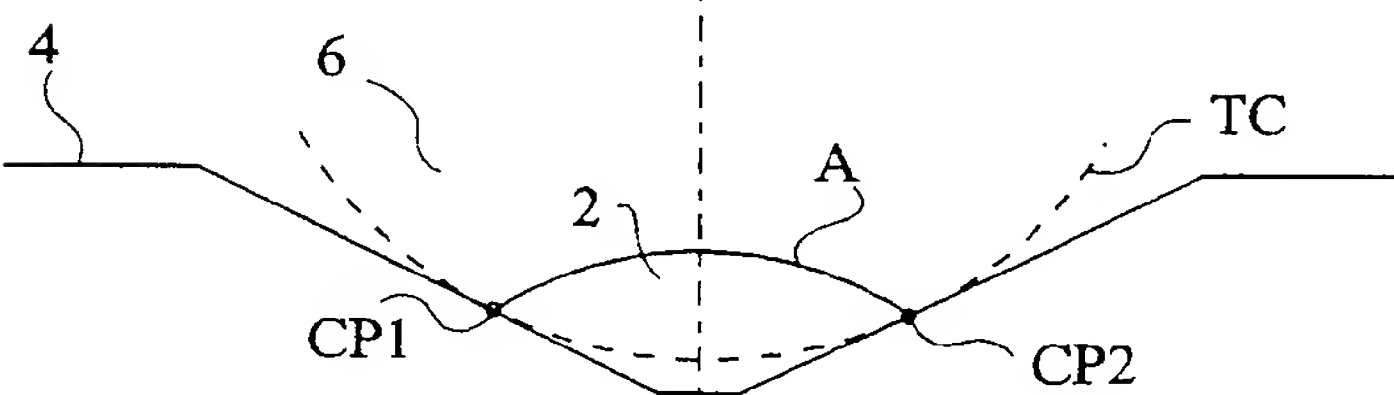


Fig 6

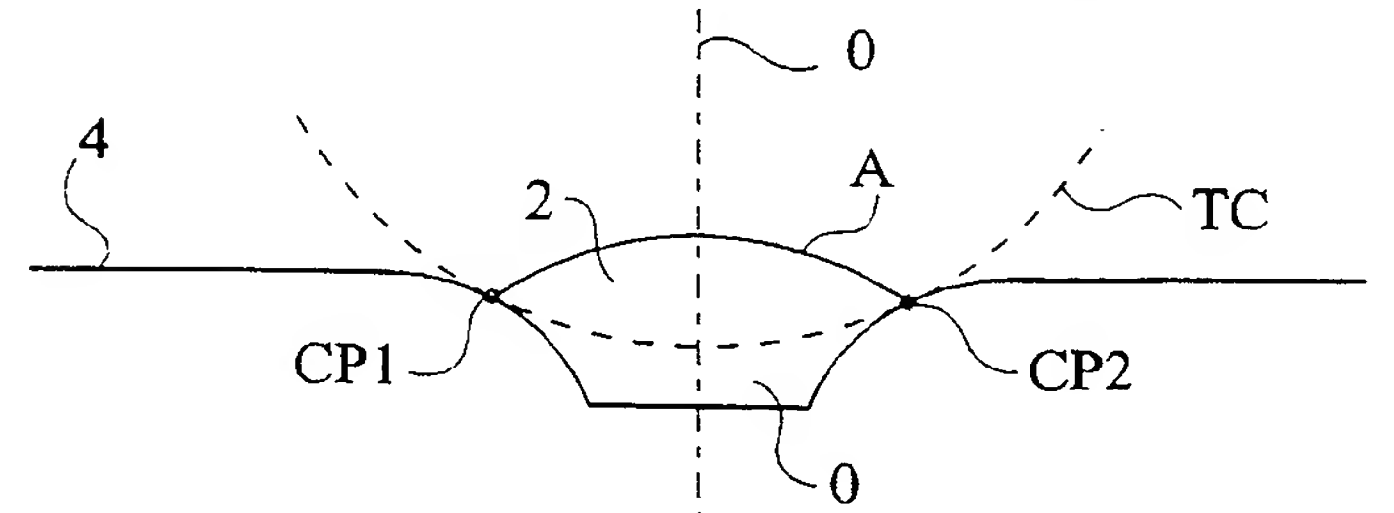


Fig 7

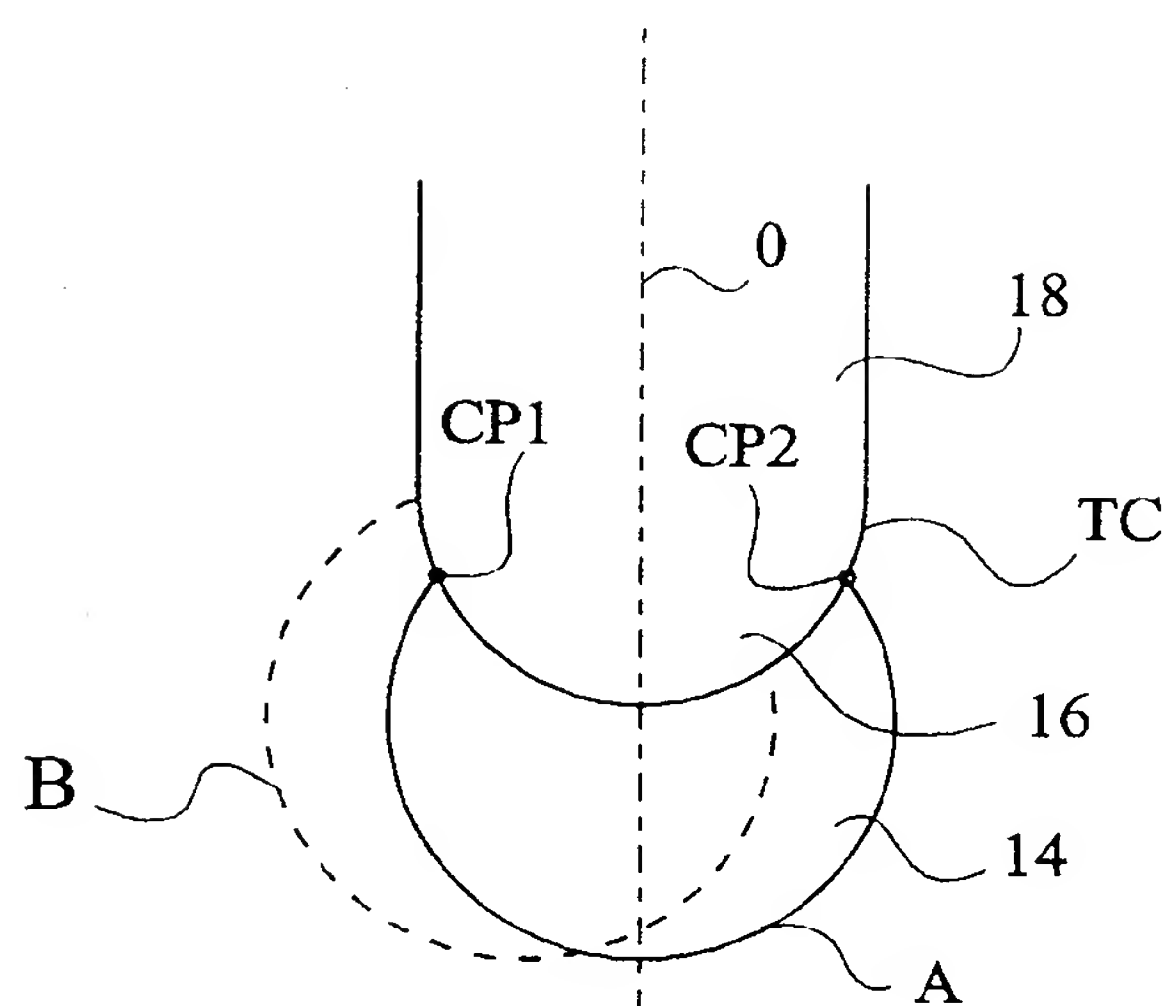


Fig 8

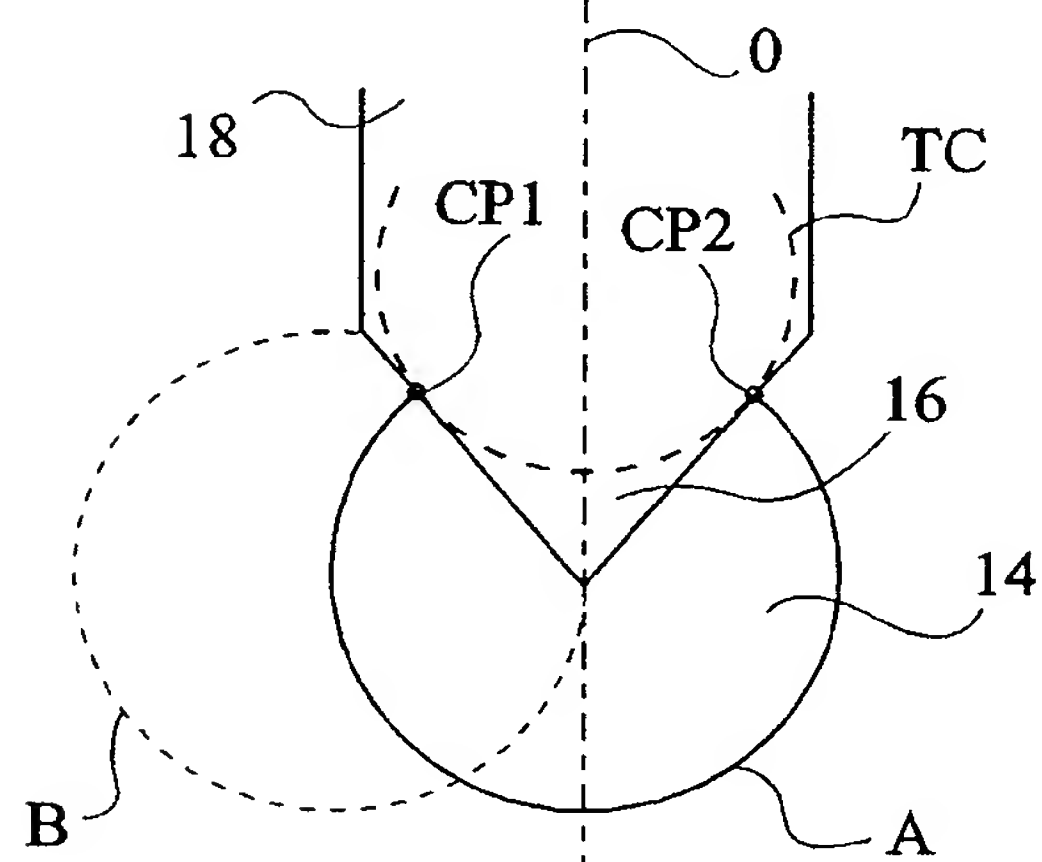


Fig 9

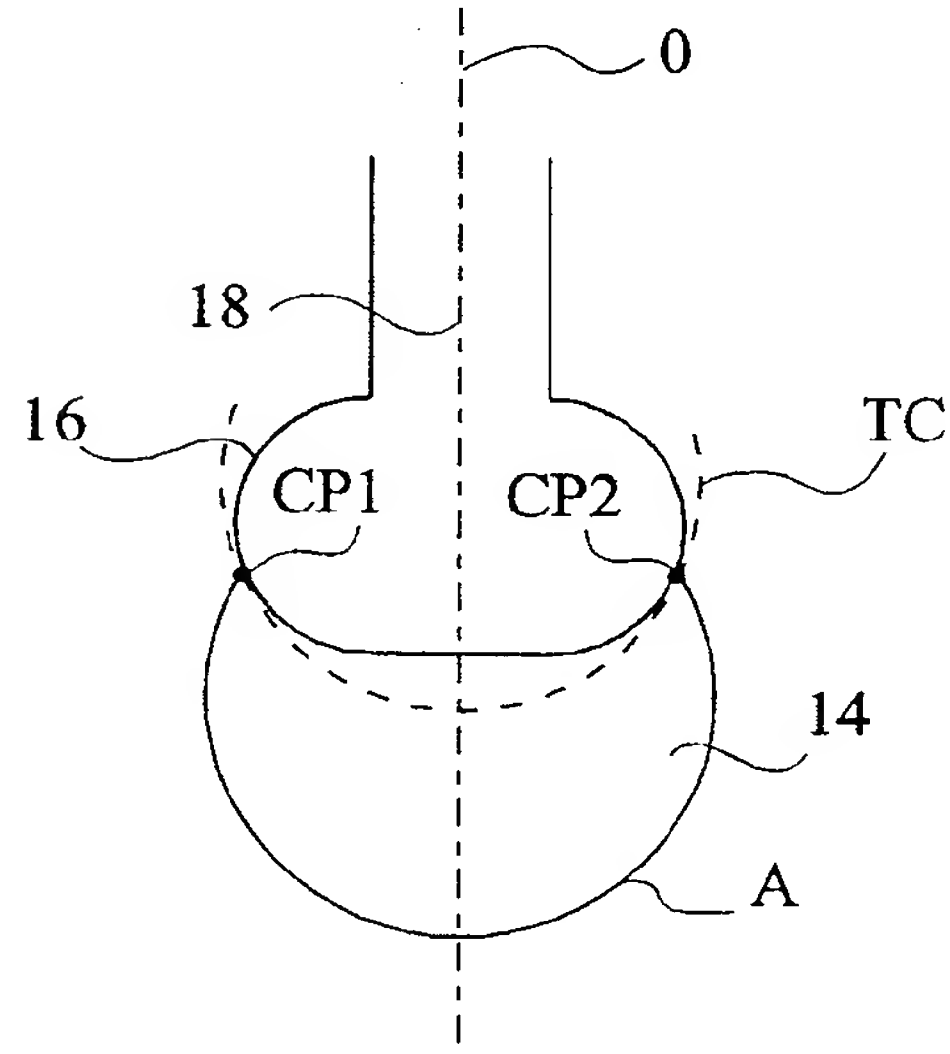


Fig 10

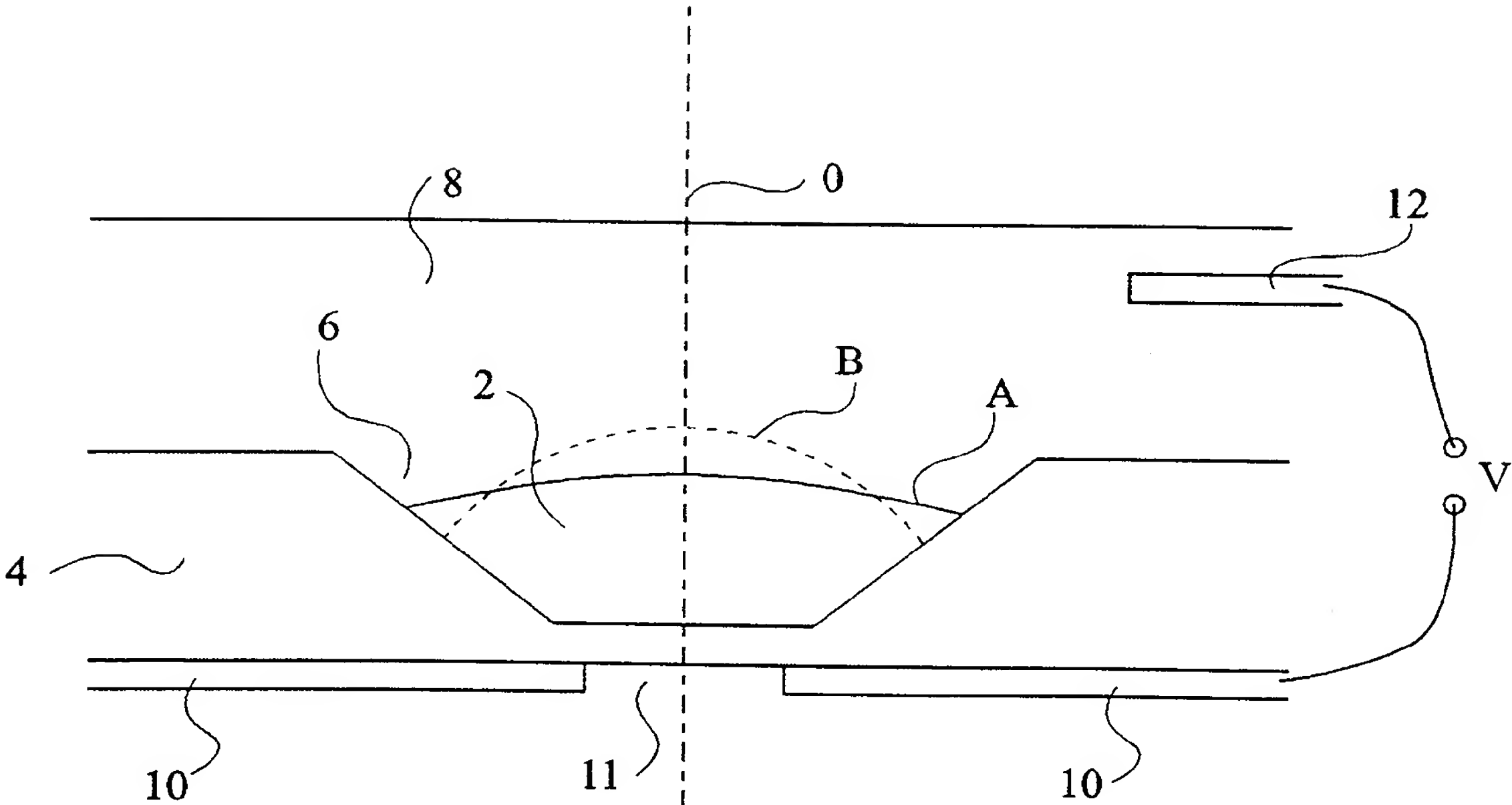


Fig 11

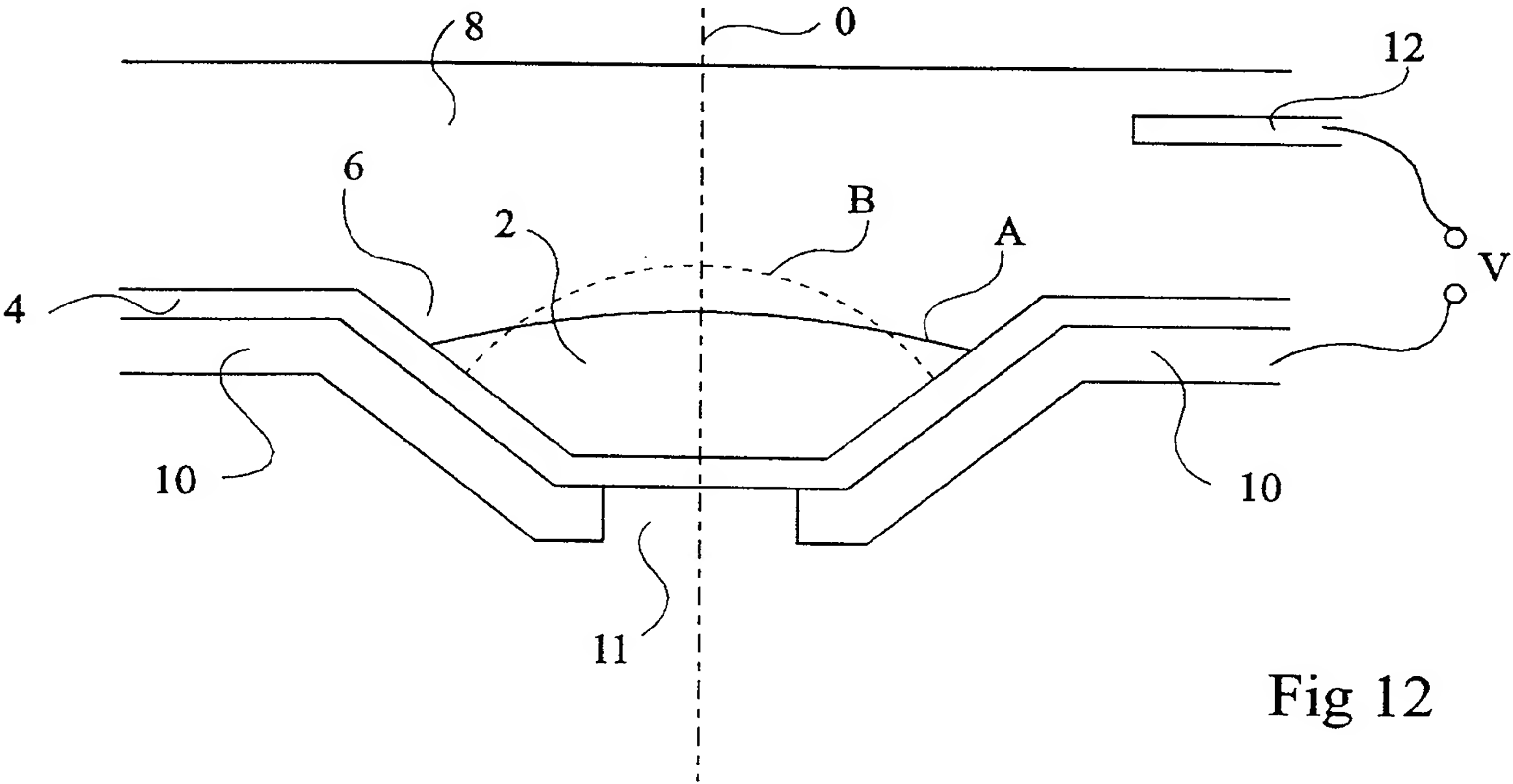


Fig 12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 00/00751

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G02B3/14 G02B26/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| P,X        | FR 2 769 375 A (UNIV JOSEPH FOURIER)<br>9 April 1999 (1999-04-09)<br>page 4, line 10 -page 5, line 35; figure 1<br>----  | 1,4,6                 |
| A          | WO 96 41227 A (MESO SCALE TECHNOLOGIES)<br>19 December 1996 (1996-12-19)<br>page 3, line 1 -page 5, line 35<br>----  | 1,4,6                 |
| A          | US 5 659 330 A (SHERIDON NICHOLAS K)<br>19 August 1997 (1997-08-19)<br>column 1, paragraph 2<br>----   | 1,4,6                 |
| A          | DE 197 10 668 A (SEIDEL ROBERT ;FREYHOLD<br>THILO VON (DE))<br>17 September 1998 (1998-09-17)<br>column 1, line 30 -column 2, line 28;<br>figures 1-4<br>----- | 6                     |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 June 2000

Date of mailing of the international search report

30/06/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hervé, D



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter:      nal Application No  
PCT/FR 00/00751

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| FR 2769375      A                         | 09-04-1999          | W0      9918456 A          | 15-04-1999          |
| W0 9641227      A                         | 19-12-1996          | US      6014259 A          | 11-01-2000          |
|   |                     | US      5717453 A          | 10-02-1998          |
|   |                     | US      5986811 A          | 16-11-1999          |
|   |                     | AU      6276496 A          | 30-12-1996          |
|   |                     | CA      2223126 A          | 19-12-1996          |
|   |                     | CN      1193389 A          | 16-09-1998          |
|   |                     | EP      0871917 A          | 21-10-1998          |
|   |                     | JP      11513129 T         | 09-11-1999          |
| US 5659330      A                         | 19-08-1997          | NONE                       |                     |
| DE 19710668      A                        | 17-09-1998          | NONE                       |                     |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demr Internationale No  
PCT/FR 00/00751

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 G02B3/14 G02B26/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 G02B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie ° | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents  | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| P,X         | FR 2 769 375 A (UNIV JOSEPH FOURIER)<br>9 avril 1999 (1999-04-09)<br>page 4, ligne 10 -page 5, ligne 35; figure 1   | 1,4,6                         |
| A           | WO 96 41227 A (MESO SCALE TECHNOLOGIES)<br>19 décembre 1996 (1996-12-19)<br>page 3, ligne 1 -page 5, ligne 35   | 1,4,6                         |
| A           | US 5 659 330 A (SHERIDON NICHOLAS K)<br>19 août 1997 (1997-08-19)<br>colonne 1, alinéa 2  | 1,4,6                         |
| A           | DE 197 10 668 A (SEIDEL ROBERT ;FREYHOLD<br>THILO VON (DE))<br>17 septembre 1998 (1998-09-17)<br>colonne 1, ligne 30 -colonne 2, ligne 28;<br>figures 1-4 | 6                             |

☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### ° Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 juin 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

30/06/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hervé, D

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No  
PCT/FR 00/00751

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| FR 2769375 A                                    | 09-04-1999             | WO 9918456 A                            | 15-04-1999             |
| WO 9641227 A                                    | 19-12-1996             | US 6014259 A                            | 11-01-2000             |
|   |                        | US 5717453 A                            | 10-02-1998             |
|   |                        | US 5986811 A                            | 16-11-1999             |
|   |                        | AU 6276496 A                            | 30-12-1996             |
|   |                        | CA 2223126 A                            | 19-12-1996             |
|   |                        | CN 1193389 A                            | 16-09-1998             |
|   |                        | EP 0871917 A                            | 21-10-1998             |
|   |                        | JP 11513129 T                           | 09-11-1999             |
| US 5659330 A                                    | 19-08-1997             | AUCUN                                   |                        |
| DE 19710668 A                                   | 17-09-1998             | AUCUN                                   |                        |